

# JST | SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE



## INFORME DE SEGURIDAD OPERACIONAL DE SUCESO AUTOMOTOR

Expediente: EX-2022-15988200- -APN-DNISAU#JST

Suceso: Accidente

Título: 87. ISO. Pasajeros. Vuelco. Angélica. Santa Fe

Resultados: 18 personas lesionadas, 50 personas ilesas

Fecha y hora: 16 de febrero de 2022, 23:30 (UTC-3)

Vehículos: ómnibus doble piso

Dirección Nacional de Investigación de Sucesos Automotores

**primero  
la gente**



Ministerio de Transporte  
**Argentina**



Junta de Seguridad en el Transporte

Florida 361

Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1005AAG

(54+11) 4382-8890/91

[www.argentina.gob.ar/jst](http://www.argentina.gob.ar/jst)

[info@jst.gob.ar](mailto:info@jst.gob.ar)

Publicado por la JST. En caso de utilizar este material de forma total o parcial se sugiere citar según el siguiente formato: 87. ISO. Pasajeros. Vuelco. Angélica. Santa Fe. Fuente: Junta de Seguridad en el Transporte, 2023.

El presente informe se encuentra disponible en [www.argentina.gob.ar/jst](http://www.argentina.gob.ar/jst)



# INDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>5</b>
<b>1. NOTA INTRODUCTORIA .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. PRESENTACIÓN DE LA JST .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. PREMISAS DEL MODELO SISTÉMICO .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3. ACCIONES DESARROLLADAS .....</b>	<b>8</b>
<b>2. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1. RESEÑA DEL SUCESO.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2. RESULTADOS DEL ACCIDENTE .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.1. LESIONES A LAS PERSONAS .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.2. DAÑOS EN LOS VEHÍCULOS .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.3. DAÑOS A LA INFRAESTRUCTURA Y AL AMBIENTE.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3. ASPECTOS RELATIVOS A LA ASISTENCIA POSACCIDENTE .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4. ASPECTOS DE LA INFRAESTRUCTURA Y DEL ENTORNO, VEHÍCULOS Y OPERADORES DE PRIMERA LÍNEA .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA Y DEL ENTORNO.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4.2. ASPECTOS DEL VEHÍCULO INVOLUCRADO .....</b>	<b>23</b>
<b>2.4.3. CONDICIONES Y ACCIONES DE LOS OPERADORES DE PRIMERA LÍNEA .....</b>	<b>25</b>
<b>2.5. CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA OPERADORA DEL SERVICIO .....</b>	<b>26</b>
<b>2.5.1. CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO .....</b>	<b>27</b>
<b>2.6. FACTORES EXTERNOS A LA ORGANIZACIÓN (GUBERNAMENTALES, REGULATORIOS Y SOCIALES)</b>	<b>29</b>



2.7. MAPA DE ACTORES ASOCIADOS AL SUCESO.....	31
<b>3. ANÁLISIS DE DATOS .....</b>	<b>31</b>
3.1. FACTORES DESENCADENANTES .....	32
3.2. CONDICIONES LATENTES .....	32
<b>4. HALLAZGOS.....</b>	<b>34</b>
4.1. HALLAZGOS VINCULADOS A FACTORES RELACIONADOS CON EL ACCIDENTE.....	34
4.2. HALLAZGOS VINCULADOS A OTROS FACTORES DE RIESGO RELEVANTES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES.....	34
<b>5. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL.....</b>	<b>36</b>
5.1. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL .....	36
<b>6. LIMITACIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>7. FUENTES DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>37</b>
7.1. ENTREVISTAS .....	37
7.2. INFORMES RECIBIDOS .....	38
7.3. NORMATIVA.....	38
7.4. PÁGINAS WEB .....	39
7.5. VISITAS AL LUGAR DEL ACCIDENTE .....	39
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>39</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>41</b>
9.1. ANEXO I. RELEVAMIENTO DE CAMPO .....	41
9.2. ANEXO II. INSPECCIÓN EN LABORATORIO DEL NEUMÁTICO DELANTERO IZQUIERDO. ....	44



## RESUMEN

En este informe se detallan los hechos y circunstancias en torno al accidente que involucró un ómnibus doble piso, dominio KFG226, ocurrido el día 16 de febrero de 2022, aproximadamente a las 23:30, en la Ruta Nacional 34, a la altura del kilómetro 197, entre las localidades de Angélica y Susana, provincia de Santa Fe.

El informe presenta un análisis de aspectos de seguridad operacional relacionados con el marco regulatorio y los mecanismos de control sobre la fabricación, homologación y uso de neumáticos en vehículos destinados al transporte de pasajeros de larga distancia.

Este documento incluye dos recomendaciones de seguridad operacional que fueron elaboradas en el Informe Anticipado del suceso (RS-2023-27561210-APN-JST#MTR), dirigidas al Ministerio de Desarrollo Productivo y a la Gerencia de Fiscalización del Transporte Automotor de la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT), y reitera una recomendación de seguridad operacional emitida en el estudio *Modelo de estimación de la demanda mínima de neumáticos en el transporte público automotor de pasajeros de Jurisdicción Nacional* (IF-2022-20627699-APN-DNISAU#JST).



## 1. NOTA INTRODUCTORIA

### 1.1. Presentación de la JST

En el año 2019, al declararse la política de seguridad en el transporte como objeto de interés público nacional, se creó la Junta de Seguridad en el Transporte (JST), organismo independiente y descentralizado que funciona en la órbita del Ministerio de Transporte de la Nación (Ley N° 27.514).

El objetivo de la Junta es contribuir al desarrollo de políticas que aporten a consolidar un sistema de transporte seguro, eficiente y sustentable. Su línea de acción consiste en investigar con un carácter estrictamente técnico los factores relacionados con accidentes e incidentes. Dichas investigaciones no condicionan ni prejuzgan cualquier otra de índole administrativa o judicial, encontrándose prohibida la determinación de responsabilidades civiles o criminales. La Dirección Nacional de Investigación de Sucesos Automotores (DNISAU) asume la responsabilidad de esta tarea para el caso del transporte automotor de pasajeros y de cargas de Jurisdicción Nacional e Internacional que al momento del accidente o incidente estuviesen en ocasión de servicio y que como resultado presentaran daños severos a las personas, a la infraestructura o al ambiente.

Los hallazgos realizados por la JST constituyen insumos para producir Recomendaciones de Seguridad Operacional (RSO), dirigidas a fortalecer el sistema para evitar la ocurrencia de sucesos en el transporte o mitigar sus potenciales consecuencias.

### 1.2. Premisas del modelo sistémico

La investigación desarrollada por la JST se enmarca en el modelo de análisis sistémico que delimita los métodos y técnicas utilizadas para abordar sucesos ocurridos en sistemas sociotécnicos complejos como lo es el transporte automotor (JIAAC, 2020; Reason, 2008; Salmon y Lene, 2015).

Desde esta perspectiva se asume que un accidente o incidente es el resultado de la combinación de factores desencadenantes, condiciones latentes y debilidades en las



defensas del sistema. Cada uno de estos es necesario para su ocurrencia, pero ninguno por sí solo es suficiente para que se produzcan (Rasmussen, 1997).

Los factores desencadenantes aluden a la presencia de fallos mecánicos, ambientales y humanos que tienen una contribución inmediata en la generación de un accidente o incidente y están espacialmente ubicados en la escena del hecho (Covello, 2021). Las condiciones latentes refieren a un conjunto de Factores Humanos (FF. HH.) y Factores Organizacionales (FF. OO.) que están temporalmente alejados del suceso, pero inciden sobre los niveles de seguridad del sistema y coadyuvan a la producción de fallas inmediatas (Turjanski y Covello, 2014). Las defensas son las herramientas elaboradas dentro del sistema para impedir o mitigar la influencia de las fallas inmediatas y garantizar la seguridad de las personas y los bienes (por ejemplo, tecnologías, entrenamiento, y procedimientos) (Reason, 2008).

La contribución del enfoque sistémico en la investigación de sucesos automotores es tanto teórica como metodológica y práctica. Este promueve el desarrollo de recomendaciones de amplio alcance, las cuales no se restringen a condiciones inmediatas, individuales o específicas de un suceso (el comportamiento individual de los conductores), sino que contribuyen a una mejora del sistema y, en este sentido, se orientan a prevenir futuros accidentes o atemperar sus resultados.

El contenido que aquí se presenta incluye una descripción y análisis de la información recolectada por los/as investigadores/as del organismo. Complementariamente, se incorporan datos que provienen de otras fuentes y resultan pertinentes para organizar los resultados (por ejemplo, normativas nacionales, reportes de organismos gubernamentales, medios de prensa). Sobre esta base, el informe también establece los factores desencadenantes plausibles y las condiciones latentes identificadas para profundizar su análisis a nivel del sistema transporte automotor. Este Informe Final de Seguridad Operacional culmina con la presentación de los hallazgos y las recomendaciones emitidas por la JST.



### 1.3. Acciones desarrolladas

A continuación, se describen las acciones desarrolladas durante el proceso de investigación según el tipo de acción y el período que permitieron obtener datos sobre cada nivel (resultados, FF. HH y FF. OO) para arribar a una descripción detallada del suceso.

Tabla 1. Acciones desarrolladas durante el proceso de investigación

Tipo	Detalle	Período
Relevamiento de campo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro fotográfico</li> <li>- Registro planimétrico</li> <li>- Registro fílmico</li> <li>- Registro de condiciones de circulación</li> <li>- Relevamiento de daños en la vía</li> <li>- Inspección de daños en el vehículo</li> <li>- Entrevistas iniciales</li> </ul>	Febrero 2022
Revisión de bases de datos y solicitud de información	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ANSV</li> <li>- CNRT</li> <li>- Corredores Viales SA</li> <li>- Expediente judicial</li> <li>- Ministerio de Desarrollo Productivo</li> </ul>	Febrero a noviembre de 2022
Encuestas, entrevistas y análisis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasajeros</li> <li>- Ministerio de Desarrollo Productivo</li> <li>- Relevamiento normativo</li> </ul>	Febrero a marzo de 2023

## 2. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

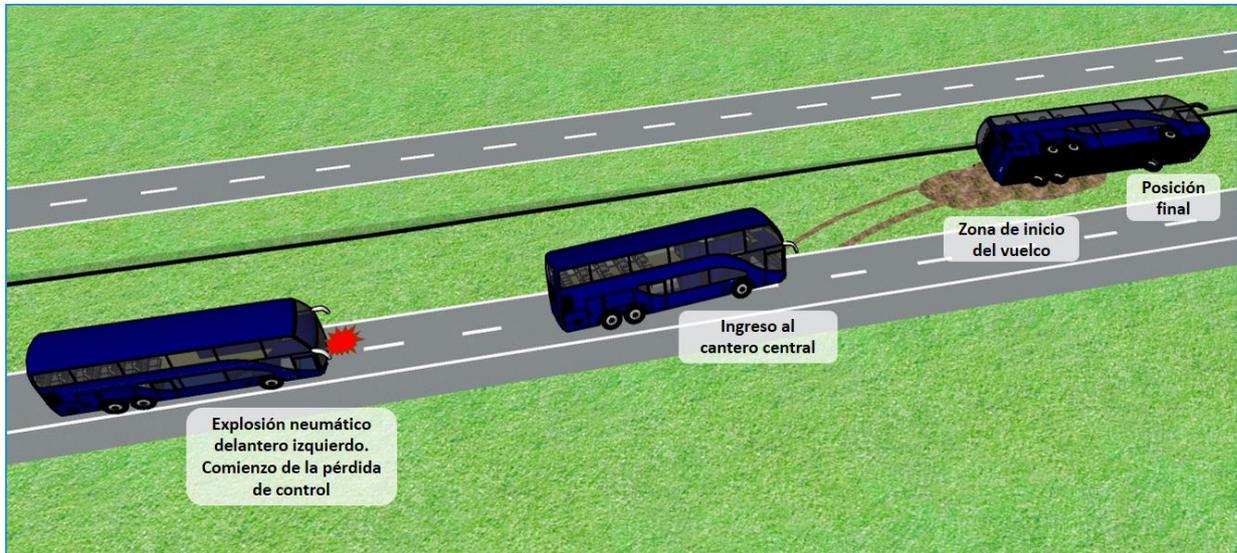
### 2.1. Reseña del Suceso

El 16 de febrero de 2022, el ómnibus doble piso dominio KFG226 realizaba un viaje con destino a Villa Atamisqui, Santiago del Estero, prestando un servicio de turismo de jurisdicción nacional con 66 pasajeros a bordo. Conforme lo indagado en las entrevistas iniciales, luego de un cambio de roles de conducción en Rosario, y una parada técnica en San Martín de las Escobas (ambas localidades en la provincia de Santa Fe), el vehículo continuó su marcha hacia Rafaela como parte de su itinerario. Aproximadamente a las 23:30, mientras transitaba en sentido sur-norte por la Ruta Nacional 34 (RN 34), a la altura del kilómetro 197, el neumático delantero izquierdo de la unidad sufrió una explosión. Como consecuencia, el vehículo desvió su marcha, cruzó de carril y salió de la vía. Al llegar al talud del cantero central, se produjo el vuelco de la unidad y posterior arrastre sobre su lateral izquierdo, hasta su detención



total (Figuras 1 y 2). Como resultado del suceso, 2 pasajeros resultaron con heridas graves, 16 con heridas leves, mientras que ambos choferes y 48 pasajeros resultaron ilesos.

Figura 1. Representación gráfica de la secuencia del suceso



Nota: la infografía ilustra la dinámica de colisión. Fuente: JST, 2022

Figura 2. Posición final de la unidad involucrada en el suceso



Nota: fotografía de la posición final del vehículo involucrado. Fuente: JST, 2022



## 2.2. Resultados del accidente

En esta sección del informe se resumen aspectos vinculados con las lesiones a las personas y daños a las cosas involucradas directamente en el suceso, incluyendo la vía, el ambiente y los vehículos.

### 2.2.1. Lesiones a las personas

De acuerdo con lo consignado en el expediente judicial, 2 pasajeros resultaron con heridas graves, 16 con heridas leves, mientras que ambos choferes y 48 pasajeros resultaron ilesos.

Tabla 2. Personas involucradas en el suceso

	Gravedad de las lesiones				
	Mortales	Graves	Leves	Ilesos	Total
Conductor	0	0	0	2	2
Pasajero/a	0	2	16	48	66

Fuente: Ministerio Público de la Acusación, provincia de Santa Fe

### 2.2.2. Daños en los vehículos

Al momento de la inspección inicial de daños, la unidad se encontraba en su punto de inmovilidad final, apoyada sobre su lateral izquierdo, lo que impidió realizar la verificación de daños. Posteriormente, el ómnibus fue trasladado hacia un taller particular, en la localidad de Rafaela, donde se pudo realizar una inspección detallada de daños (Figura 3).



Figura 3. Daños en el vehículo



Nota. Registro visual externo del vehículo. Con flecha roja se señala el neumático que sufrió la explosión. Fuente: JST, 2022

El vehículo presentaba daños en la zona anterior, incluyendo el desprendimiento del guardabarros delantero y destrucción de los paneles izquierdos del parabrisas, tanto del piso inferior como del superior, así como astillado de los paneles del lado derecho. Al examinar el lateral izquierdo, se relevaron daños por impacto en la puerta de acceso de los choferes; destrucción de 8 paneles de ventanillas, incluida la del baño; daños



por impacto en el sector frontal de la carrocería y abrasión por arrastre en toda la extensión del lateral. En la parte posterior, poseía destrucción de la luneta. Finalmente, en la parte superior, la claraboya expulsable trasera también presentaba daños. Según lo relevado en la etapa de entrevistas, tanto los paneles del parabrisas, como la luneta y la claraboya habrían sido utilizados para la evacuación de los pasajeros tras la colisión.

Dada la explosión del neumático, se realizó la inspección inicial del estado de conservación, presión y profundidad del dibujo de la banda de rodadura de los neumáticos de la unidad, tarea dificultada por la gran cantidad de barro depositado del lado izquierdo y el estado general del neumático delantero izquierdo, el cual sufrió daños (Figura 4). Ninguno de los neumáticos presentó una profundidad de dibujo o presión de inflado fuera de las recomendaciones del fabricante y del marco regulatorio vigente.

Figura 4. Registro de neumáticos del vehículo



Nota. Estado de los neumáticos tras el suceso. Arriba, lado derecho; abajo, lado izquierdo. Fuente:

JST, 2022

Se resguardaron restos del neumático delantero izquierdo (Figura 5) que fueron estudiados en el laboratorio, lo cual se describe en el Anexo II (Inspección en laboratorio del neumático delantero izquierdo).

Figura 5. Restos del neumático delantero izquierdo



Nota: Los dos fragmentos principales corresponden a la banda de rodadura y a una porción de las telas constitutivas del neumático. Fuente: JST, 2022

También se realizó la inspección del interior de la unidad, examinando daños en las butacas, así como el estado y funcionamiento de los cinturones de seguridad.

Respecto de las butacas, el ómnibus contaba con 12 en el piso inferior, tipo cama, y 48 butacas en el piso superior, tipo semicama, además de 3 butacas adicionales en el habitáculo de conducción (Figura 6). Esta información coincide con el plano aprobado para el modelo, el cual se encontraba disponible para su consulta en la base de datos de la CNRT. De estas butacas, solo el respaldo de una de las del piso superior mostraba signos de daño estético, sin afectar su estructura (Figura 7). Los asientos del habitáculo de conducción se observaron con daños estéticos en el revestimiento de cuero, pero no puede precisarse si estos eran anteriores al accidente.



Figura 6. Estado de las butacas del ómnibus



Nota: Registro del estado general y daños en las butacas del ómnibus. Arriba, piso superior del ómnibus; abajo, piso inferior. Fuente: JST, 2022.

Figura 7. Esquema de daños en las butacas



Nota: Izquierda, esquema del piso inferior; derecha, esquema del piso superior. Fuente: JST, 2022



Posteriormente, se examinaron los cinturones de seguridad en ambos pisos y en el habitáculo de conducción. En este sentido, se comprobó tipo y disponibilidad para uso inmediato de los cinturones, es decir, si se encontraban completos, funcionales y accesibles para los pasajeros.

Todos los cinturones destinados a los pasajeros eran del tipo abdominal, con dos puntos de anclaje. Por su parte, en el habitáculo de conducción, la butaca del chofer poseía un cinturón con tres puntos, mientras que las dos restantes poseían cinturón con dos puntos de anclaje (Figura 8). Esto concuerda con el detalle informado en el plano constructivo del modelo.

Durante la inspección se observó que 11 butacas del piso inferior y 23 del piso superior no poseían los cinturones de seguridad a la vista y disponibles para el uso (Figura 9), mientras que 1 del piso superior poseía daños, aunque no puede precisarse si fueron producto de la dinámica del vuelco, del trabajo de rescate durante el accidente o si se encontraba en esas condiciones previo al accidente (Figura 10).

Figura 8. Cinturones de seguridad en el habitáculo de conducción



Nota: La fotografía fue girada para su mejor interpretación. Fuente: JST, 2022

Figura 9. Esquema de disponibilidad de cinturones de seguridad en las butacas



Nota: Izquierda, esquema del piso inferior; derecha, esquema del piso superior. Fuente: JST, 2022

De los cinturones no disponibles, la mayoría se encontraba desabrochado y colocado cada extremo por debajo o entre medio de los asientos, lo que impedía su utilización de forma inmediata (Figura 10). Esto se corresponde con la información suministrada por algunos pasajeros en la etapa de entrevistas, quienes manifestaron encontrarlos de esta manera al abordar la unidad.



Figura 10. Registro de disponibilidad de cinturones de seguridad en las butacas



Nota: Fotogramas de video del relevamiento. Se muestra un ejemplo de cinturón no disponible (arriba) y otro de cinturón dañado (abajo). Fuente: JST, 2022

### 2.2.3. Daños a la infraestructura y al ambiente

La barrera metálica correspondiente a la calzada con sentido hacia la localidad de Angélica, que se encuentra en el cantero central, presentaba deformaciones permanentes en la zona de posición final del ómnibus.



Figura 11. Daños en la infraestructura de la vía



Nota. Detalle de daños en la barrera semirrígida del cantero central. Fuente: JST, 2022

No se constataron situaciones que podrían, potencialmente, representar un daño al ambiente.

### 2.3. Aspectos relativos a la asistencia posaccidente

La policía informó que recibió la comunicación del suceso a las 23.35, aproximadamente 5 minutos después de que se haya producido el accidente, por lo cual dispuso el envío de un móvil con dos efectivos a la zona.

A su arribo, y según la información que brindaron y que se encuentra en el expediente judicial, ya trabajaba personal de los Bomberos Voluntarios de Angélica en el rescate de las personas que habían quedado atrapadas en el ómnibus. También participaron de la asistencia personal de la comisaría de San Vicente, de Susana, de la Policía Vial, de Gendarmería y de Corredores Viales SA, empresa operadora de la concesión de la autovía. Según lo declarado en entrevistas, no se corroboró presencia de la empresa en la asistencia a los pasajeros en la evacuación de la unidad y las luces de emergencia presentaban un mal funcionamiento.



Además de los organismos mencionados, en el lugar se hizo presente el servicio de ambulancias Mainetti de San Vicente y cuatro ambulancias del servicio de emergencias 107. Todas las personas heridas reportadas fueron atendidas en el Hospital “Jaime Ferré”, de la localidad de Rafaela, en la provincia de Santa Fe.

Al arribar los organismos de respuesta y de la empresa concesionaria de la vía, el tránsito sobre la autovía fue interrumpido parcialmente. Según se pudo constatar en las entrevistas iniciales realizadas en el lugar, mientras se realizaba el operativo de rescate de las personas involucradas en el suceso, un camión con semirremolque que trasladaba chatarra desde Buenos Aires hasta Salta se vio involucrado en un vuelco sobre la misma vía, unos 380 m antes de la zona de posición final del ómnibus, hecho que no será descrito y analizado en profundidad en el presente informe, pero que provocó que las tareas de remoción de las unidades y limpieza de la calzada finalizaran alrededor de las 14:00.

## **2.4. Aspectos de la infraestructura y del entorno, vehículos y operadores de primera línea**

En esta sección se describen elementos relevantes de la vía, el vehículo y la pareja de conductores involucrada en el suceso.

### **2.4.1. Características de la vía y del entorno**

El suceso tuvo lugar sobre el carril ascendente de la Ruta Nacional 34, en una zona rural de la Comuna de Angélica, Departamento Castellanos, provincia de Santa Fe, a la altura del kilómetro 197. La localización de sitio es en las siguientes coordenadas: -31.461472, -61.525667 (Figura 12).



Figura 12: Mapa de localización del suceso



Fuente: JST, [localización IGN](#), 2022

El tramo relevado corresponde al sector comprendido entre los kilómetros 196 y 197 de la vía. Su configuración, describiendo de sur a norte, es de una recta seguida de curva. Cuenta con 4 carriles de circulación, dos por sentido de marcha, separados entre sí por un cantero central de pasto. La superficie de la calzada es de pavimento de asfalto, sin evidenciar ahuellamientos, fisuras o faltantes de material significativos.

En el carril descendente (sentido hacia Susana), los bordes de calzada se encontraban demarcados con línea blanca continua, mientras que la división de carriles se encontraba delimitada por líneas blancas discontinuas. Existía una



banquina de asfalto. En el carril de circulación ascendente (sentido hacia Angélica), los bordes de calzada se encontraban demarcados con línea blanca continua, sin división visible de carriles. Las banquetas eran de pasto.

El cantero central de las calzadas se encontraba delimitado con una única barrera semirrígida, ubicada en el lateral este, a lo largo del tramo relevado. La cuneta es de tierra y se encontraba encharcada, debido a las precipitaciones ocurridas horas antes del suceso. La cuneta está constituida por una depresión marcada en el terreno, diseñada para acumular el agua que es desalojada desde la calzada.

El vuelco ocurrió en un sector cercano de la vía con velocidad máxima permitida de 110 km/h, según la cartelería del lugar, aunque esta se encontraba muy próxima a otra que indicaba velocidad máxima 80 km/h (Figura 14).

Tabla 3. Características de la infraestructura vial

Vía	Ruta Nacional 34
Kilómetro	197
Provincia	Santa Fe
Localidad	Angélica, Departamento Castellanos
Tipo de vía	Autovía
Categoría de la vía	Nacional
<b>Características de la autopista en tramo relevado</b>	
Geometría del tramo	Recto
Tipo de pavimento	Asfalto
Cantidad de calzadas	Dos calzadas, una por sentido de circulación
Cantidad de carriles	Cuatro carriles, dos por sentido de circulación
Tipo de mediana	Barrera semirrígida con cantero central de pasto
Tránsito Medio Diario Anual (TMDA)	8108
Velocidad señalizada en el tramo	110 km/h
<b>Características de la calzada ascendente hacia Susana</b>	
Ancho de calzada	7,30 m
Cantidad de carriles	2
Ancho de carriles	3,65 m
<b>Características de la calzada descendente hacia Angélica</b>	
Ancho de calzada	7,30 m



Cantidad de carriles	2
Ancho de carriles	3,65 m
Observaciones:	presencia de agua y barro en banquetas y cantero central

Figura 13. Geometría, configuración y estado de la vía



Nota. Carriles de circulación sur-norte de la vía el día del suceso. Fuente: JST, 2022

Figura 14. Señalización de velocidad máxima



Nota. Cartelería reglamentaria presente en el lugar del suceso. Fuente: JST, 2022



## 2.4.2. Aspectos del vehículo involucrado

La unidad involucrada es un ómnibus de doble piso, chasis Scania K380 con carrocería Marcopolo Paradiso G6-1800 Double Decker, del año 2012, equipado con 60 asientos distribuidos entre ambos pisos y el habitáculo de conducción.

Al momento del vuelco, contaba con una RTO vigente, así como con seguro y habilitación de CNRT para realizar servicios de turismo de jurisdicción nacional, para la empresa El Gauchito SRL, pese a poseer, en sus laterales y en la parte posterior, la inscripción San Cristóbal y, en su techo, la inscripción Alto Nivel Rosario.

Tabla 4. Información del vehículo ómnibus doble piso

Dominio	KFG226	
Tipo de vehículo	Ómnibus doble piso	
Categoría	M3: Vehículos para transporte de pasajeros con más de 8 asientos, excluyendo el asiento del conductor, y que tengan un peso máximo mayor a los 5000 kg	
Carrocería marca	Marcopolo	
Carrocería modelo	Paradiso G6-1800 Double Decker	
Chasis marca	Scania	
Chasis modelo	K380 B6X2	
Cantidad de asientos	60	
Revisión Técnica Obligatoria CENT	Tipo de revisión	Pasajeros interjurisdiccional
	Fecha	16/12/2021
	Vencimiento	16/06/2022
	Resultado	Apto
	Estado	Vigente

Al momento de examinar los neumáticos, en la mayoría de ellos fue posible obtener información del fabricante, modelo, tamaño y fecha de fabricación. En el caso del neumático delantero izquierdo, no fue posible reunir la información de la fecha de fabricación, debido a la gran presencia de barro en los laterales y el daño producto del accidente, como se observa en la Figura 4 de la sección 2.2.2 Daños en el vehículo (en la Tabla 5 se marca con asterisco). Del mismo modo, considerando que la inspección se realizó a la vera del camino, no fue posible observar la información de los neumáticos medios internos del eje dual, por lo que no se incluye tal información.



Tabla 5. Información de los neumáticos del vehículo

Posición	Inscripción	
DI	Sunset <i>Trans fleet H5</i> , 385/65 R22.5 DOT 28* BT83	
MIE	Xbri <i>Ecoway</i> , 295/80 R22.5 DOT 1212 AV NN4B	
TI	Bridgestone <i>R249</i> , 385/65 R22.5 DOT 2220 YYRA TRA	
TD	Sunset <i>Trans fleet H5</i> , 385/65 R22.5 DOT 2821 BT83	
MDE	Hifly <i>HH102</i> , 295/80 R22.5 DOT 1883 2EJHOR	
DD	Sunset <i>Trans fleet H5</i> , 385/65 R22.5 DOT 2821 BT83	

En particular, el neumático delantero izquierdo (DI) correspondía a la marca Sunset, modelo *Trans fleet H5*. Poseía un ancho nominal de 385 mm y un porcentaje proporcional del flanco al ancho nominal de 65 %. Su construcción era radial. El diámetro interior del neumático era de 22.5". Según el código DOT localizado, fue fabricado en la semana 21, no pudiéndose leer el año, aunque por información recolectada en la etapa de entrevistas sería del mismo lote que su homólogo derecho y del trasero derecho, fabricados en la semana 28 del año 2021, correspondiente al mes de julio de ese año. El código de fabricación indicaba haber sido producido por la empresa Shandong Cocrea Tyres Co., LTD, en la ciudad de Linyi, China.

Cabe mencionar que el neumático medio derecho, ubicado en la parte externa del eje dual (MDE), correspondiente a la marca Hifly, modelo *HH102*, llevaba inscrita como fecha de fabricación la semana 18 del año 1983, correspondiente al mes de mayo. Se pudo observar, durante la inspección, una letra "R" inscrita sobre el flanco del caucho,



que indica un proceso de reconstrucción. No existían parches u otras inscripciones que identificaran a la empresa que realizó tal proceso.

### 2.4.3. Condiciones y acciones de los operadores de primera línea

La Tabla 6 muestra una descripción de los datos básicos de los conductores que participaron del suceso según sexo, edad, rol e información sobre Licencia Nacional de Conducir.

Tabla 6. Datos básicos de los conductores

Identificación	Ubicación	Rol	Sexo	Edad	Estado
Conductor 1	Vehículo	Conducción efectiva	Varón	57	Ileso
Conductor 2	Vehículo	Pausa operativa	Varón	38	Ileso

De acuerdo con la base de datos del Sistema Nacional de Licencias de Conducir (SINALIC), el Conductor 1 poseía Licencia Nacional de Conducir (LNC) habilitante para las categorías A (subclase A.1.2) y D (subclase D.3), emitida por el CELS Santiago del Estero - Capital, vigente al momento del suceso. Asimismo, contaba con una LiNTI habilitante para larga distancia (LD), turismo (TR) y oferta libre (OL), no AMBA, emitida por el centro bajo la órbita de la ANSV, CABA. Contaba con el apto psicofísico vigente, realizado en el centro de la Obra Social de Conductores de Camiones de Tucumán (bajo la órbita de la ANSV). El resultado de la consulta realizada a la base de datos del Sistema Nacional de Infracciones (SINAI), al Sistema Nacional de Antecedentes (SINAT) y a la base de datos del Certificado Nacional de Antecedentes de Tránsito (CENAT) arrojó que el conductor no poseía actas de constatación, sanciones, antecedentes o inhabilitaciones al momento del suceso.

El Conductor 2, por su parte, poseía LNC habilitante para las categorías A (subclase A.1.4), D (subclase D.3), E (subclase E.1) y G (subclase G.1) emitida por el CELS La Banda, vigente al momento del suceso. Asimismo, contaba con una LiNTI habilitante para larga distancia (LD), turismo (TR) y oferta libre (OL), no AMBA, emitida por el centro bajo la órbita de la ANSV, CABA. Contaba con el apto psicofísico vigente, realizado en el centro de la Obra Social de Conductores de Camiones de Tucumán (bajo la órbita de la ANSV). El resultado de la consulta realizada a la base de datos



del Sistema Nacional de Infracciones (SINAI) mostró una infracción al Decreto 437/2011, con citación notificada, del 16/4/2017, por parte del juzgado de faltas provincial. Las consultas al Sistema Nacional de Antecedentes (SINAT) y a la base de datos del Certificado Nacional de Antecedentes de Tránsito (CENAT) arrojaron que el conductor no poseía infracciones, sanciones, antecedentes o inhabilitaciones al momento del suceso.

Durante la etapa de entrevistas de campo, los operadores de primera línea del servicio informaron que, al momento del vuelco, el Conductor 1 se encontraba al mando de la unidad, circulando por el carril derecho, cuando percibió que el neumático explotó e inmediatamente el vehículo comenzó a cruzarse de carril. Pese a realizar una maniobra con la intención de evitar el vuelco, no pudo dominar el ómnibus, el cual se desplazó hacia el cantero y volcó.

Los conductores refirieron además no haber observado ningún obstáculo en el camino que pudiera haber tenido influencia en la explosión del neumático.

## **2.5. Características de la empresa operadora del servicio**

La empresa El Gauchito SRL, involucrada en el suceso como propietaria del vehículo y como responsable del servicio de turismo, según obra en el DUT (Documento Universal de Transporte), es una sociedad de responsabilidad limitada, con fecha de contrato social en 2009 y domicilio legal en la ciudad de Santiago del Estero. En el año 2016, según se menciona en su constancia de inscripción en AFIP, la empresa habilita como actividad principal el servicio de transporte automotor interurbano regular de pasajeros, excepto transporte internacional, y como actividad secundaria, el alquiler de equipo de transporte no clasificado previamente, sin conductor ni operarios.

Al momento del suceso la empresa contaba con un parque móvil de 5 unidades, todas correspondientes a ómnibus de doble piso, inscriptas para la prestación de servicios de turismo nacional (Tabla 7).



Tabla 7. Parque automotor de la empresa El Gauchito SRL, al momento del suceso

Dominio	Tipo carrocería	Año	Cantidad de asientos
IMU661	Ómnibus doble piso	2009	60
ONT714	Ómnibus doble piso	2015	55
AB084IS	Ómnibus doble piso	2017	54
AB195QK	Ómnibus doble piso	2017	54
KFG226	Ómnibus doble piso	2012	60

A lo largo de la investigación no se pudo tomar contacto ni con la empresa ni con los operadores de primera línea, lo que ha constituido una limitación para la explicitación más detallada de su conformación y características: cantidad de años de operación, estructura organizativa, recorridos más frecuentes, estructura de personal y responsabilidades, capacitaciones, servicios que presta y precisiones respecto al servicio que se vio involucrado en el suceso.

### 2.5.1. Características del servicio

El día del accidente la compañía prestaba un servicio de turismo nacional que tenía planificado, según consta en el DUT, un recorrido que comenzaba a las 17:20 en la localidad bonaerense de Escobar y finalizaba en Villa Atamisqui, en la provincia de Santiago del Estero.

Tabla 8. Características del servicio declarado en el DUT

Empresa	El Gauchito SRL
ID CNRT	67852
Clase y modalidad	Turismo nacional, Lanzadera
Número de DUT	67852-545839
Fecha inicio de servicio	16/2/2022
Fecha fin de servicio	17/2/2022
Origen	Escobar, Buenos Aires
Destino	Villa Atamisqui, Santiago del Estero
Conductores declarados	Coinciden
Empresa contratante	20-36518532-9



Sin embargo, personas involucradas en el suceso informan que habían tomado el servicio en otras localidades bonaerenses y en horarios anteriores al declarado por la compañía en el DUT. La reconstrucción del servicio del suceso investigado que se expone a continuación, entonces, está basada en declaraciones presentes en el expediente judicial y en entrevistas realizadas por el equipo de investigación de la JST.

Entre las 14:00 y las 14.30 aproximadamente, el ómnibus habría partido desde la localidad de González Catán rumbo a Libertad, en el municipio de Merlo, provincia de Buenos Aires, desde donde habría salido a las 15:00 hacia Escobar, destino que figura en el DUT como sitio de origen del servicio. Luego, habría recorrido el trayecto que por la Ruta Nacional 9 atraviesa las localidades de San Pedro, San Nicolás de los Arroyos y Rosario. En Rosario se habría producido el cambio de roles en la pareja de conductores, según lo expresado en la entrevista de campo por ambos conductores. Posteriormente, el vehículo tomó la Ruta Nacional 34 y se detuvo en San Martín de las Escobas, donde el chofer en conducción efectiva bajó para ir al baño y verificar el estado del ómnibus, donde nada le llamó la atención. Tras esta detención, el conductor en pausa operativa se acostó en la cama que se encuentra detrás del puesto de conducción, donde permaneció durmiendo hasta el momento del vuelco.

Por otra parte, la cantidad de pasajeros que la empresa informó en el DUT y la cantidad de personas que fueron relevadas como involucradas en el accidente en el expediente judicial no resultaron coincidentes: mientras en el primero caso se cuentan 50 personas, en un ómnibus con capacidad para 60, en el segundo se cuentan 66 personas.

La diferencia entre la cantidad de asientos con que contaba la unidad y la cantidad de personas que viajaban puede deberse a que algunos niños o niñas se ubicaron sobre las faldas de sus padres, según declararon estos últimos en el expediente judicial.



## 2.6. Factores externos a la organización (gubernamentales, regulatorios y sociales)

En este apartado se describirá la normativa relativa a la homologación y certificación de las autopartes y elementos de seguridad de los vehículos, acoplados y semiacoplados, haciendo especial hincapié en los neumáticos, al considerar su relevancia con los hechos investigados en este suceso. Por otra parte, se expondrá información vinculada a los organismos públicos que concentran estos datos y el resultado obtenido a partir de la averiguación en las bases de datos que poseen.

Según la información obtenida en la etapa de entrevistas, el neumático delantero izquierdo de la unidad, que sufrió una avería y posterior destalonamiento de la llanta, no contaba con el Certificado de Homologación de Autopartes y Elementos de Seguridad (CHAS). El Decreto 779/1995 establece que todos los componentes, piezas u otros elementos destinados a los vehículos, acoplados y semiacoplados que se fabriquen o importen deben ser certificados. La certificación implica que se han realizado las pruebas o ensayos necesarios para garantizar un estándar de calidad adecuado para los componentes o autopartes.

Las autopartes de seguridad no producidas como provisión normal del modelo de vehículo que se fabriquen o se importen para el mercado de reposición exclusivamente deben ser certificadas como repuesto no original y obtener el correspondiente Certificado de Homologación de Autopartes y Elementos de Seguridad (CHAS), según se estipula en la Resolución 166/2019 de la Secretaría de Industria. Para su obtención, primero se debe contar con una Licencia de Certificación emitida por un organismo certificador que garantice el cumplimiento de los requisitos de seguridad.

Una vez obtenida la Licencia de Certificación, puede iniciarse el trámite para la obtención del CHAS, cuya emisión está a cargo del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). La emisión del CHAS es acompañada por un código de identificación que contiene el número correspondiente asignado, número de CUIT y razón social del fabricante o importador, identificación y marca del producto y vigencia del certificado. Los certificados tienen una vigencia de dos años desde su emisión, salvo que durante



ese tiempo se hayan introducido modificaciones sobre las autopartes o elementos de seguridad, que obligan al fabricante o importador a solicitar una nueva certificación.

Por otra parte, la Resolución 25/2007 de la Secretaría de Industria, Comercio y de la Pequeña y Mediana Empresa implementa requisitos adicionales para asegurar la calidad del proceso productivo de los neumáticos, la trazabilidad, su identificación y la debida responsabilidad y garantía que los fabricantes nacionales e importadores deben cumplir para su comercialización en el país. Allí se resuelve que, para cumplir con los estándares de calidad, los neumáticos deben cumplir con las definiciones y los requisitos establecidos en las normas IRAM 113320 y 113321. Luego, obliga a los fabricantes e importadores a tener aprobados por el INTI un sistema de garantía y un sistema de trazabilidad de los neumáticos. El sistema de garantía de producto es un conjunto de medidas que deben asegurarle al usuario un resarcimiento por fallas de diseño o de fabricación del neumático. El sistema de trazabilidad es un conjunto de medidas, acciones y procedimientos que permiten identificar cada producto o lote de productos, a partir de las marcaciones inscriptas, a su importador o fabricante, la planta y la semana de su fabricación.

Según lo descrito, la normativa exige según lo descrito la homologación de los neumáticos previo a su ingreso al mercado, sean producidos en el país o importados. Sin embargo, no es un aspecto incorporado a los manuales de procedimiento para su fiscalización por los organismos competentes tanto en la revisión técnica de los vehículos como en los controles en ruta.

En el marco de la investigación del suceso, se realizó el rastreo de información referida a la habilitación del neumático delantero izquierdo del ómnibus, identificado como marca Sunset, modelo *TRANS fleet H5*, 385/65 R 22.5 20PR 160K, sin cámara de aire. La información relativa a la certificación la concentra el Ministerio de Desarrollo Productivo; sin embargo, no se encontró una plataforma de consulta inmediata para constatar la validez de este tipo de producto.

Luego del pedido de información al Ministerio de Desarrollo Productivo por medio de la vía de comunicación institucional (Gestión Documental Electrónica) y consultas realizadas en la etapa de entrevistas, se pudo constatar que el neumático en cuestión



no figura con CHAS en los registros que comienzan en 2017 (lo que permite afirmar que no había homologación vigente al momento del suceso, ya que el período de validez del CHAS es de 2 años, según Art. 7 de la Resolución 166/2019 de la Secretaría de Industria del Ministerio de Producción y Trabajo).

## 2.7. Mapa de actores asociados al suceso

A continuación, se presenta el mapa de actores, es decir, las principales partes relacionadas con el suceso según lo descrito en secciones anteriores.

Tabla 9. Mapa de actores y factores

FF. OO. Externos	CNTySV	CNRT	Secretaría de Industria	INTI	Organismos certificadores
FF. OO. Operadores de los servicios	El Gauchito SRL	Corredores Viales SA			
FF. HH. Eventos, procesos, condiciones físicas y del operador	Ómnibus transportando más pasajeros de los declarados en el DUT	Nocturnidad	Neumático no homologado		
Resultados del accidente	Vuelco de ómnibus doble piso	18 pasajeros lesionados	Interrupción del tránsito	Vuelco de transporte de cargas	Demora en la remoción de los vehículos

Fuente: JST, 2023

## 3. ANÁLISIS DE DATOS

Como se indicó en el apartado 1.2, el análisis de los datos en el marco del modelo sistémico supone poder reconocer los factores que participaron en los distintos niveles del sistema de transporte. El objetivo es dar cuenta de cómo estos se manifiestan en el entorno inmediato de la operación y a través de la complejidad creciente que tienen los distintos niveles organizacionales. En esta sección se exponen los resultados agrupados por factores desencadenantes o condiciones latentes.



### 3.1. Factores desencadenantes

La dinámica reconstruida del vuelco implicó la pérdida de control del vehículo de manera repentina hacia la izquierda, coincidente con la hipótesis de la explosión del neumático direccional izquierdo. El escenario más probable es el colapso del neumático asociado a un mecanismo de falla repentina, es decir, una explosión que pudo haber sido producto de una pinchadura, por factores intrínsecos relativos a la calidad del neumático o a una combinación de ambos. Se detalla el análisis técnico del neumático en el Anexo II. Este repentino cambio de dirección fue advertido por el conductor en conducción efectiva, como se desprende de las entrevistas de campo, quien realizó una maniobra de emergencia para mantener la estabilidad de la unidad. Pese al esfuerzo, no pudo evitarse el vuelco, el cual se produjo por una combinación de la velocidad de circulación del vehículo, el ángulo de ingreso al cantero y la inclinación del talud de la cuneta. El análisis descrito anteriormente permite arribar a la conclusión de que la explosión del neumático direccional izquierdo fue el factor que desencadenó el suceso.

### 3.2. Condiciones latentes

En esta sección se describen los elementos de carácter organizativo que representaron una falla en las defensas del sistema. Estos factores refieren a las decisiones y procesos que crean las condiciones que enmarcan la acción de los operarios de primera línea.

Como se ha señalado, el marco normativo busca asegurar la calidad de los neumáticos y otras autopartes a través de un mecanismo de homologación en el que intervienen organismos técnicos públicos que certifican la realización de ensayos y pruebas de seguridad. Esto representa una defensa del sistema para la contención de accidentes e incidentes provocados por desperfectos en estos componentes. Por la eventualidad de que un neumático de un modelo homologado presente alguna falla, se le exige a fabricantes e importadores tener aprobados por el INTI sistemas de garantía y trazabilidad.

En el suceso analizado en el presente informe se verificó luego de reiteradas consultas que el neumático que estalló no contaba con CHAS. Se pudo constatar que, aunque



el Ministerio de Desarrollo Productivo cuenta con un registro de los neumáticos homologados, esta información no es pública ni está disponible con la inmediatez que se requeriría para poder ser utilizada en la fiscalización ni para que un comerciante o consumidor pueda asegurarse de la calidad del producto adquirido. Esta falta de un mecanismo ágil de consulta debilita la defensa que representa la homologación, dificulta la labor de los organismos de control y desprotege a comerciantes y consumidores, quienes no pueden contar con información sobre los productos que adquieren ni con una garantía en caso de desperfectos.

Distintos factores contribuyen a que el uso de neumáticos sin homologar sea cada vez más frecuente en nuestro país. Las cámaras empresarias del transporte automotor de pasajeros urbano e interurbano y de transporte de cargas de Jurisdicción Nacional manifestaron<sup>1</sup> ante la JST su preocupación respecto de las dificultades que experimentan para la provisión de neumáticos, señalando que, a partir de las limitaciones para su importación, los fabricantes locales no consiguen compensar con producción nacional el faltante proveniente del extranjero, lo que genera una fuerte suba en los precios e impacta en la actividad del transporte de pasajeros y de cargas. Como consecuencia de esto, según declaran las cámaras, las empresas se ven obligadas a utilizar los neumáticos hasta el extremo de su vida útil y a recurrir a neumáticos recapados (u otro tipo de reconstrucción). Por otro lado, la oferta insuficiente y el aumento en los precios provocan el ingreso al país de neumáticos adquiridos en países vecinos que no siempre cumplen con los requisitos de seguridad que establece la normativa argentina.

A partir de este pedido efectuado por las cámaras empresariales, la JST realizó un informe técnico en el que se estimó las necesidades del sector en cuanto a la demanda de neumáticos para un funcionamiento acorde a los parámetros de seguridad operacional (JST, 2022). El documento evalúa la necesidad mínima que tienen las empresas de transporte automotor urbano e interurbano (públicas y de turismo) para que el ciclo de demanda de neumáticos pueda funcionar, y busca promover mediante recomendaciones de seguridad operacional las condiciones que permitan a los operadores la continuidad de los servicios. En el apartado de Recomendaciones de Seguridad Operacional del presente informe (5.1) se cita una de las RSO elaboradas



en el citado estudio, ya que resulta pertinente su reiteración en el marco del suceso analizado en el presente informe.

## 4. HALLAZGOS

### 4.1. Hallazgos vinculados a factores relacionados con el accidente

Acorde con el análisis de la sección 3, se pueden resumir el hallazgo vinculado con las condiciones latentes de la siguiente manera:

- Inexistencia de un registro de consulta rápida, oficial y eficaz que indique a un consumidor o al organismo de fiscalización la validez o no de las autopartes de seguridad.
- Existe una ausencia de fiscalización de la homologación de neumáticos debido a las deficiencias descritas en el ítem anterior y no ser un aspecto incorporado a los manuales de procedimiento. La escasez de este tipo de neumáticos en el mercado actual lleva a los consumidores a sobreexigir su vida útil o a adquirir productos del mercado ilegal.

### 4.2. Hallazgos vinculados a otros factores de riesgo relevantes para futuras investigaciones

A lo largo del proceso de investigación se pueden identificar factores que requieren atención debido a sus implicancias en la seguridad en el transporte automotor y que, aunque no se desarrollan en la presente investigación, podrán ser indagados en futuras investigaciones o estudios.

#### *Control de cinturones de seguridad*

Investigaciones realizadas por la JST entre 2017 y 2019 determinaron que, en ómnibus de doble piso, la falta de uso del cinturón de seguridad es un factor de riesgo que puede agravar significativamente las consecuencias de un siniestro. Del mismo



modo, dos estudios publicados en 2021<sup>1</sup> describen que, para las personas usuarias de servicios de transporte de larga distancia, el no encontrar el cinturón de seguridad en condiciones de uso inmediato al abordar la unidad suele actuar como una barrera para su uso durante el viaje, situación que suele ser más percibida por las personas que normalmente utilizan el cinturón.

Como se mencionó en el apartado 2.2.2 Daños en el vehículo, al examinar los cinturones de seguridad destinados a las personas usuarias del servicio se pudo constatar que una gran cantidad de ellos no se encontraban disponibles para uso inmediato. En este sentido, si bien en el DUT correspondiente al servicio prestado durante el accidente el ítem de cinturones de seguridad en el apartado de Control de seguridad aparece como revisado, no fue posible encontrar instrucciones o criterios vigentes para realizar dicha operación de control. Tampoco fue posible concretar entrevistas con el personal de la empresa involucrada para indagar sobre este proceso.

#### *Control de información consignada en el DUT*

Otro aspecto a profundizar en futuras investigaciones se relaciona con la información del Documento Universal de Transporte (DUT) que el transportista debe completar respecto de los pasajeros transportados, horarios, recorrido y chequeo de elementos de seguridad, entre otros. En el suceso investigado en el presente informe, se pudo contrastar la información del DUT con la del expediente judicial y declaraciones de pasajeros y comprobar que no se corresponden en ambos documentos los datos de origen del viaje, horario de salida y de llegada y cantidad de pasajeros transportados.

Considerando las deficiencias ya mencionadas respecto de la disponibilidad de los cinturones de seguridad y habiendo realizado una inspección en laboratorio del neumático, cuya explosión se identifica como factor desencadenante del suceso

---

<sup>1</sup> Disponibles en:

[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/10/determinantes\\_de\\_uso\\_del\\_cinturon\\_de\\_seguridad\\_en\\_micros\\_de\\_larga\\_distancia.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/10/determinantes_de_uso_del_cinturon_de_seguridad_en_micros_de_larga_distancia.pdf)

[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/10/determinantes\\_de\\_uso\\_del\\_cinturon\\_de\\_seguridad\\_en\\_micros\\_de\\_larga\\_distancia\\_un\\_abordaje\\_cualitativo\\_con\\_rso\\_final.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/10/determinantes_de_uso_del_cinturon_de_seguridad_en_micros_de_larga_distancia_un_abordaje_cualitativo_con_rso_final.pdf)



(Anexo II), la información muestra que el control previo al inicio del servicio del estado de los elementos de seguridad de la unidad no se había realizado o bien se había realizado de forma incorrecta.

Serán temas a desarrollar en futuras investigaciones la necesidad de implementar mejoras al proceso de carga del documento, los roles establecidos, la información del manual de carga para el transportista y el proceso de fiscalización para los servicios de turismo.

## **5. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL**

### **5.1. Recomendaciones de Seguridad Operacional**

En el marco del informe anticipado del suceso (IF-2023-27429208-APN-DNISAU#JST) se elaboraron dos recomendaciones de seguridad. También es oportuno reiterar la recomendación de seguridad operacional AU-0016-22 emitida en el citado estudio, Modelo de estimación de la demanda mínima de neumáticos en el transporte público automotor de pasajeros de Jurisdicción Nacional (IF-2022-20627699-APN-DNISAU#JST).

### **RSO AU-0027-23**

Al Ministerio de Desarrollo Productivo:

Implementar un sistema de consulta pública de las autopartes de seguridad vigentes, con el objetivo de que el usuario tenga la posibilidad de corroborar su debida homologación.

### **RSO AU-0028-23**

A la Gerencia de Fiscalización del Transporte Automotor de la CNRT:

Incorporar el control de la homologación de los neumáticos, especialmente los direccionales, en los procesos de fiscalización de vehículos de carga y pasajeros.



## RSO AU-0041-23

Se reitera RSO AU-0016-22

Al Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación:

Arbitrar los medios para asegurar la provisión indispensable de neumáticos para el funcionamiento de los distintos subsegmentos de actividad que componen el transporte automotor de pasajeros. Especialmente, los superanchos 385 R.22,5 obligatorios en los ejes direccionales (Disposición SSTA 294/11, art. 3).

### 6. LIMITACIONES

Como se señaló anteriormente, la falta de respuesta por parte de la empresa transportista para llevar a cabo una entrevista en profundidad no permitió indagar sobre aspectos relevantes para el análisis de los factores organizacionales como la gestión de la seguridad, el mantenimiento de la flota, la diagramación de los servicios o la capacitación al personal de conducción. Tampoco fue posible entrevistar al personal de primera línea, lo que hubiera permitido describir con más detalle el itinerario recorrido, los controles realizados a la unidad y la diagramación del viaje.

Por otra parte, no se recibió respuesta a la nota elevada a la autoridad competente respecto de la identificación del neumático (CHAS). Si bien la ausencia de homologación y certificación se pudo confirmar en etapa de entrevistas, la ausencia de respuesta formal y la inexistencia de plataformas de consulta para esta información significaron un retraso en los tiempos de elaboración del informe y una menor robustez de los datos obtenidos.

### 7. FUENTES DE INFORMACIÓN

#### 7.1. Entrevistas

DNISAU (17 de febrero de 2022). Entrevista al personal de primera línea.

DNISAU (marzo de 2022). Entrevistas a pasajeros.



DNISAU (5 de julio de 2022). Entrevista a la Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo del Ministerio de Desarrollo Productivo.

## 7.2. Informes recibidos

ANSV (17 de agosto de 2022). Informe sobre licencias y capacitaciones. NO-2022-85473834-APN-DNL CYAT#ANSV.

CENT (23 de febrero de 2022). Informe RTO.

CNRT (17 de febrero de 2022). Documento Universal de Transporte 67852-545839.

Ministerio Público de la Acusación (17 de octubre de 2022). Legajo judicial CUIJ 21-08791641-0.

## 7.3. Normativa

Decreto N° 779/1995. Poder Ejecutivo Nacional. Apruébese la reglamentación de la Ley N° 24.449. Fecha de sanción: 20/11/1995.

Resolución N° 25/2007. Secretaría de Industria, Comercio y de la Pequeña Empresa. Requisitos para la obtención del certificado de homologación de autopartes. Fecha de sanción: 17/08/2007.

Ley N° 27514/2019. Poder Ejecutivo Nacional. Declárase de interés público nacional y como objetivo de la República Argentina la política de seguridad en el transporte. Fecha de sanción: 28/08/2019.

Resolución N° 166/2019. Secretaría de Industria. Homologación de autopartes y/o elementos de seguridad de vehículos. Fecha de sanción: 11/09/2019.

Resolución N° 101/2019. Secretaría de Gestión del Transporte. Apruébese el manual de procedimientos de la subgerencia de gestión de parque móvil. Anexo II. Fecha de sanción: 12/08/2019

Decreto Reglamentario N° 532/2020. Poder Ejecutivo Nacional. Apruébese la reglamentación de la Ley N° 27.514, que declara de interés público nacional la política de seguridad en el transporte. Fecha de sanción: 09/06/2020.



## 7.4. Páginas Web

CNRT (18 de febrero de 2022). Habilidad de vehículo

[http://consultapme.cnrt.gob.ar/vehiculos\\_habilitados](http://consultapme.cnrt.gob.ar/vehiculos_habilitados)

CNRT (18 de febrero de 2022). Servicios habilitados

<https://servicios.cnrt.gob.ar/vehiculos-habilitados/1/KFG226>

CNRT (18 de febrero de 2022). Detalles de empresa

<https://servicios.cnrt.gob.ar/empresa-show/67852>

## 7.5. Visitas al lugar del accidente

DNISAU (17/02/2022). Relevamiento accidentológico.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Covello, A. (2021). *Investigación sistémica de accidentes: Modelo para el transporte y la gestión de riesgos en sistemas complejos*. Buenos Aires: CICCUS.

JIAAC (2020). *Manual de procedimientos para la investigación de accidentes e incidentes de aviación civil* (MAPRIACC). Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil.

JST (2022). *Modelo de estimación de la demanda mínima de neumáticos en el transporte público automotor de pasajeros de Jurisdicción Nacional*. Junta de Seguridad en el Transporte.

Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: A modelling problem. *Safety Science*, 27, 183–213.

Reason, J. T. (2008). *The human contribution: unsafe acts, accidents and heroic recoveries*. Ashgate Publishing Ltd.

Salmon, P. M. & Lenné, M. G. (2015). Miles away or just around the corner? Systems thinking in road safety research and practice. *Accident analysis and prevention*, 74, 243-249.



Turjanski, D & Covello, A. (2014). *Modelo de análisis de accidentes e incidentes y redacción de informes finales*. Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil.



## 9. ANEXOS

### 9.1. ANEXO I. Relevamiento de campo

#### *Objetivo*

Reconstruir la dinámica de colisión a partir de los indicios y vestigios físicos de la vía en momentos posteriores al suceso.

#### *Metodología*

Observación sistemática del lugar del suceso; registro fotográfico de huellas, indicios y vestigios; registro inicial de daños; correlación de daños; interpretación de daños e indicios.

#### *Notificación, arribo, tareas y repliegue*

El 17 de febrero de 2022, a las 00:51, se notificó de un accidente automotor ocurrido cerca de Angélica, Santa Fe. Se da curso a la intervención de investigadores de la Junta de Seguridad en el Transporte Delegación Paraná, con apoyo de la Delegación Rosario y Sede Central.

Se arribó al lugar del suceso aproximadamente a las 08:30 y se comenzó el relevamiento fotográfico (vía, posición final, daños), planimétrico y fílmico, y se iniciaron las entrevistas de campo al personal de primera línea. Luego, aproximadamente a las 12:00, se continuó con las entrevistas a los primeros intervinientes, en la localidad de Angélica. A las 13:30 se arribó a la localidad de Rafaela donde, tras autorización de la Fiscalía interviniente, se realizó la inspección externa de daños, estado de conservación de neumáticos y registro detallado de elementos de seguridad pasiva y cartelera dentro del ómnibus. El trabajo de campo culminó alrededor de las 17:00, momento en que se decidió repliegue.

#### *El sitio*

El suceso tuvo lugar sobre una recta seguida de curva en la autovía, en zona rural, sin pendientes significativas. La vía contaba con doble carril de circulación por sentido



de tránsito, con calzadas separadas por cantero central de pasto, delimitado por barreras metálicas semirrígidas; estas sufrieron daños debido al vuelco de la unidad.

Todas las superficies de circulación eran de asfalto, sin deformaciones transversales, fisuras significativas, agrietamientos, desprendimientos de material, baches o deformación longitudinal (ahuellamiento) que pudieran haber afectado la transitabilidad.

Al momento del relevamiento, el cielo se encontraba parcialmente nublado, pudiéndose observar agua y barro en las banquetas y el cantero central, aunque no se contaba con registros pluviométricos precisos.

### *Tránsito*

Al momento del relevamiento, el tránsito se encontraba parcialmente interrumpido, y solo se podía circular por uno de los carriles de la calzada donde ocurrió el accidente. La vía se encontraba señalizada parcialmente mediante el uso de conos y un móvil de la concesionaria vial; personal de la empresa transportista continuaba trabajando en el lugar, coordinando el retiro de la unidad mediante grúas de un servicio privado.

### *Daños en el vehículo*

El vehículo presentaba daños en la zona anterior, incluyendo el desprendimiento del guardabarros delantero, destrucción de los paneles izquierdos del parabrisas, tanto del piso inferior como del superior, así como astillado de los paneles del lado derecho.

Del mismo modo, examinando el lateral izquierdo, presentaba daños por impacto en la puerta de acceso de los choferes; destrucción de 8 paneles de ventanillas, incluida la del baño; daños por impacto en el sector frontal de la carrocería y abrasión por arrastre en toda la extensión del lateral, el cual poseía incrustaciones de barro.

En la parte posterior, poseía destrucción de la luneta. Finalmente, en la parte superior, la claraboya expulsable trasera también presentaba daños.

El neumático delantero izquierdo presentaba daños compatibles con el desprendimiento de la banda de rodadura, la cual se encontró junto con parte de las capas interiores del casco.



### *Marcas y vestigios*

Iniciando desde la parte posterior de la unidad en su posición final, y extendiéndose unos 50 metros, se observó sobre el cantero central un surco de arrastre sobre la tierra. Seguido a ello, y extendiéndose unos 17 metros hasta intersectar con el borde externo de la calzada, se observaron marcas de neumáticos por rodadura libre. Luego, sobre la calzada, se observaron marcas de efracción cuyo inicio coincidía con las marcas de neumáticos del lado izquierdo, y se extendía por 45 metros hasta llegar al centro de calzada, y por otros 14 metros hasta finalmente desaparecer en el carril de circulación este de la calzada.

Del mismo modo, coincidiendo con el surco del cantero central, se observaron restos de salpicaduras de barro sobre la calzada y el reverso de la barrera semirrígida. Finalmente, sobre este sector del cantero central, se observaron dos grandes restos de neumático, y pequeños fragmentos desperdigados desde donde se observó el inicio de la efracción hasta la posición final del ómnibus.

### *Secuencia fáctica reconstruida*

En un primer momento, mientras el vehículo transitaba en sentido sur-norte por la Ruta Nacional 34 (RN 34), a la altura del kilómetro 197, el neumático delantero izquierdo del ómnibus doble piso sufrió una explosión y posterior destalonamiento de la llanta. Si bien no fue posible determinar un punto específico donde ocurrió la falla, este debió ubicarse en la zona cercana al inicio de las efracciones, las cuales coincidían con la aparición de los primeros fragmentos desperdigados de caucho sobre la banquina este de la vía.

Luego, como consecuencia del colapso, el vehículo desvió su marcha, cruzó de carril y salió de la vía. Esto se pudo reconstruir mediante las marcas de efracción sobre la calzada, las que iniciaban en el carril este de la vía, atravesaban al carril oeste para derivar en las marcas de rodadura libre sobre el cantero.

Al llegar al talud del cantero central, se produjo el vuelco de la unidad y posterior arrastre sobre su lateral izquierdo sobre la barrera de contención lateral, hasta su detención total. Esto fue posible deducirlo de la extensión y cambios de profundidad



del surco en el cantero central, y la coincidencia de este con las salpicaduras de agua y barro sobre la vía y el reverso de la barrera de seguridad de la vía.

## 9.2. ANEXO II. Inspección en laboratorio del neumático delantero izquierdo.

### *Información general*

El neumático analizado en este anexo corresponde a la rueda delantera izquierda del ómnibus. La Figura 15 muestra su ubicación y el detalle de la parte que quedó vinculada a la llanta, siendo principalmente su casco. Las partes secuestradas durante el relevamiento corresponden a partes desprendidas durante el suceso, las cuales se observan en la Figura 16.

Figura 15. Rueda delantera izquierda



Nota: Casco vinculado a la llanta del neumático que fallo en el suceso.

Figura 16. Partes secuestradas del neumático



Nota: Los dos fragmentos principales corresponden a la banda de rodadura y una porción de las telas constitutivas del neumático

El neumático corresponde a la marca Sunset, modelo 385/65 R 22.5 20PR 160K *TRANS fleet H5*, sin cámara de aire.

Parámetro	Grabado	Valor
Ancho	385	385 mm
Altura	385/65	250 mm
Diámetro del aro	22,5	572 mm
Tipo de construcción	R	Radial
Índice de carga	160	4500 kg
Índice de carga de inflado ( <i>ply rating</i> )	20PR	Equivalente a 20 lonas
Índice de velocidad	K	110 km/h

La Figura 17, muestra el mismo modelo publicado por la web de la marca Sunset de Paraguay<sup>2</sup>.

Figura 17. Imagen publicitaria del neumático

<sup>2</sup> <https://www.sunset.com.py/prod/SUNSET/385/65R22.5-20PR-160K-TRANS-fleet-H5/trans-fleet-h5/197259>



Nota: El diseño del dibujo de la banda de rodadura es el mismo del neumático del ómnibus involucrado en el suceso

El neumático tenía la siguiente inscripción: DOT BT83 (000) 28\*\* (las dos últimas cifras no eran legibles). Los neumáticos trasero y delantero derechos eran del mismo modelo y coincidían en la inscripción DOT BT83 (000) 2821. Por esta razón es probable que el DOT sea el mismo para el neumático en estudio.

El significado de la inscripción DOT (Department of transportation) hace referencia al fabricante, características dimensionales, codificación del producto y la fecha de fabricación, siendo este último 2 dígitos para la semana del año y otros 2 dígitos para el año. En este caso “2821” significa que fueron construidas entre el 9 y 16 de julio de 2021 (aproximadamente, dependiendo de cuando se considere el inicio de la semana).

En esta investigación no fue posible determinar el significado del resto de la codificación, sin embargo, según la consulta web<sup>3</sup>, las dos primeras letras “BT” indicarían que la planta de fabricación es Shandong Cocrea Tyres Co., LTD, ubicada en Linyi City, Shandong, China.

#### *Descripción de las partes secuestradas*

Las porciones del neumático rescatadas en el lugar consistieron en dos fragmentos principales y otros de menor tamaño. Estos últimos no fueron incluidos en esta inspección por no haber podido identificar a qué parte del neumático corresponden. Las dos partes principales corresponden a: 1) Banda de rodadura fracturada, adherida

---

<sup>3</sup> <https://www.wfirm.com/complete-list-of-tire-dot-plant-codes/>



a varias lonas, compuestas por caucho y cordones metálicos dispuestos diagonalmente, en un tramo de 2,4 m de longitud aproximadamente; 2) Conjunto de lonas, conformadas por caucho y cordones metálicos dispuestos diagonalmente, en un tramo de 1,6 m de longitud, aproximadamente.

### *Inspección visual*

#### Observaciones generales

La porción de la banda de rodadura estudiada no posee el ancho completo del modelo debido a una fractura en un surco longitudinal. El ancho medido fue de 230 mm, aproximadamente, mientras que el ancho del neumático es de 385 mm. Tal como se observa en la Figura 18, falta una costilla del dibujo para que sea simétrico, la cual correspondería al hombro del neumático.

Figura 18. Ancho de la porción de la banda de rodadura



Nota: En el sector derecho falta una costilla de caucho (correspondiente al hombro del neumático) para que el dibujo de la banda de rodadura esté completo

Se midió la profundidad de los canales en tres posiciones distanciadas por un metro, sobre los 3 surcos que se muestran en la figura anterior (las dimensiones del cuarto surco no están incluidas porque la fractura de la banda en esta zona dificultó su medición). Los resultados se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. Profundidad de la huella

Profundidad de la huella [mm]	Surco 1	Surco 2	Surco 3
-------------------------------	---------	---------	---------



Posición 1	9,8	10,8	10,8
Posición 2	10,9	11,2	11,3
Posición 3	9,8	10,9	11,2

Nota: El surco 4 no está incluido por presentar la fractura de la banda de rodadura en esta zona

Los resultados de la medición se comprobaron acordes con la legislación vigente, la cual exige un mínimo de 1,6 mm (Ley N.º 24.449, artículo 29). Por otra parte, existe una relación simétrica entre las mediciones de los surcos 2 y 3, pero no es posible evaluar dicha relación entre los surcos 1 y 4.

La longitud de la banda de rodadura original es de aproximadamente  $\pi$  (pi) veces el diámetro del neumático, el cual corresponde en este caso al diámetro del aro (572 mm), más 2 veces la altura del flanco (en este caso es de 385 mm). Resulta para este caso un perímetro de 4216 mm. Esto indica que la parte de la banda secuestrada en el lugar del suceso es un poco más de la mitad de la longitud total. No se pudo constatar la ubicación del resto de la banda, debido a la baja accesibilidad que se tuvo al espacio donde se ubicaba esta rueda durante el relevamiento, sin embargo, es posible que haya quedado en el espacio entre la rueda y la carrocería.

Sobre la banda de rodadura se observaron marcas de rebabas transversales cada 64 cm, que corresponden al proceso de fabricación (Figura 19-A). Sobre el lateral del hombro, había restos de los pelos de caucho (propios del proceso de fabricación) y un grabado con la inscripción "TWI" (Figura 19-B), el cual señala el indicador de desgaste por sus siglas en inglés: Tread Wear Indicator. Los pelos de caucho son marcas típicas del proceso de fabricación de cubiertas nuevas, sin embargo, no es posible confirmarlo sin el resto del neumático. Las rebabas transversales pueden generarse tanto en la fabricación de cubiertas nuevas como en las bandas para el proceso de recapado, en este caso no se puede corroborar la continuidad de las marcas sobre los flancos del neumático.

Figura 19. Marcas de fabricación sobre la banda de rodadura. A- Huella. B- Hombro.



Nota: La figura A, a la izquierda, muestra las rebabas transversales a los surcos de la huella del neumático. La figura B, a la derecha, destaca la inscripción “TWI” y los pelos de caucho

No se observaron marcas de redibujado o roturas del patrón de dibujo de los canales, marcas de unión transversal de la banda de rodadura, ni se encontró algún otro indicio que evidencie que la banda de rodadura haya sido sustituida en algún momento ni ningún otro tipo de proceso de reconstrucción.

La parte 2 (Figura 20), compuesta por lonas internas, registró un ancho de 240 mm aproximadamente y no muestra variabilidad a lo largo del cinturón. Además, se observó un incremento del espesor de caucho adherido en los extremos del ancho, lo cual indica que este caucho pertenece a los hombros del neumático y por lo tanto indicaría que estas lonas están completas en esta dimensión. Sin embargo, no se obtuvieron referencias nominales de esta medida.

Figura 20. Lonas internas, parte 2 secuestrada en el lugar del hecho



Nota: El ancho del cinturón presenta características uniformes en su longitud

Sobre el lado interno de la banda de rodadura se observaron las marcas de los cordones metálicos diagonales (Figura 21-A) pertenecientes a las lonas, lo cual indica que esta parte se separó entre las capas de estas telas. Estas características también fueron observadas en un lado de la parte 2. Por el contrario, en el tramo de lona (parte 2) se puede observar de un lado las marcas de los cordones metálicos en disposición radial (Figura 21-B), es decir, que ese lado pertenecía a la última lona antes de la tela perteneciente al casco.

Figura 21. Marcas de los cordones metálicos sobre las partes secuestradas. A- Marcas diagonales. B- Marcas radiales



Nota: La figura A, a la izquierda, muestra marcas de cordones diagonales que se cruzan, correspondientes a dos telas consecutivas. La figura B, a la derecha, las marcas se orientan radialmente, siendo la superficie que estaba en contacto con el casco



### Observaciones específicas

Se encontró una pinchadura pasante sobre la parte externa de la banda de rodadura de unos 3 mm de diámetro aproximadamente, la cual se muestra en la Figura 22, sobre la segunda hilera de caucho del dibujo.

Figura 22. Pinchadura pasante en la parte exterior de la banda de rodadura.



Nota: El daño pasante involucró la banda de caucho y las telas que quedaron adheridas a esta parte. Se observó la pinchadura desde el otro lado y se encontró que había cortado dos cordones metálicos de la lona expuesta y que estos se habían soltado desde esta ubicación hacia el borde donde se encuentra la fractura longitudinal de la banda de rodadura (Figura 23). No se observaron daños similares o complementarios sobre la otra parte secuestrada.

Figura 23. Pinchadura observada desde el interior

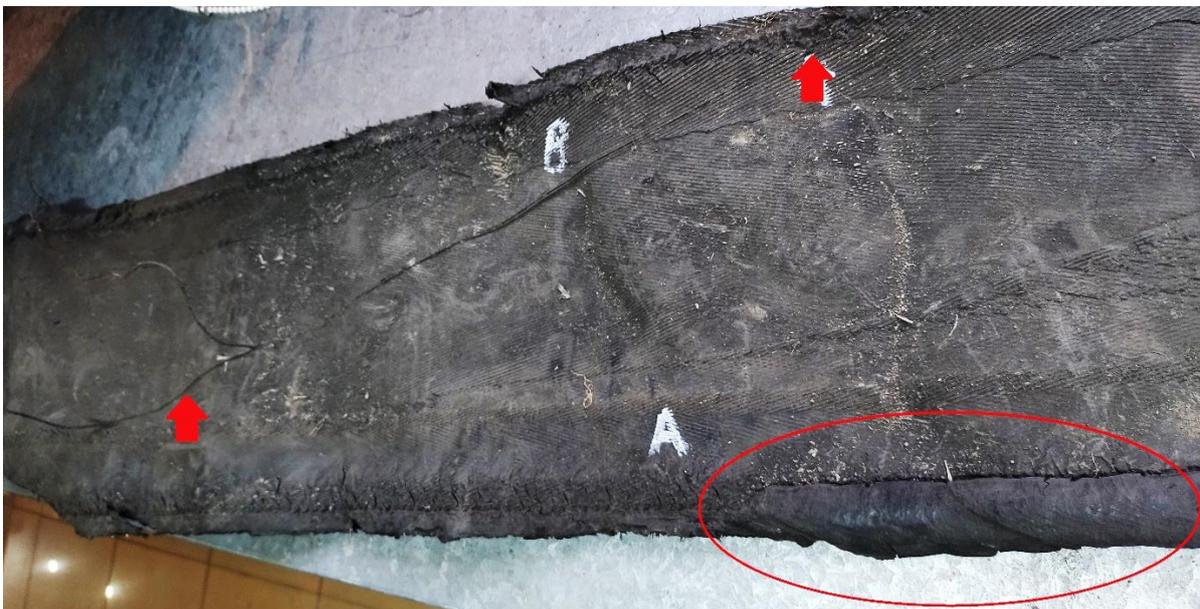


Nota: Se observa el espacio que dejaron los dos cordones metálicos desde la pinchadura marcada con la flecha, diagonalmente hacia el lateral del neumático (hacia arriba a la izquierda)

### Correspondencia entre partes

Se encontraron algunos indicios que podrían evidenciar la ubicación relativa entre las dos partes: 1) En la parte 2, el lado que tiene un saliente de caucho perteneciente al hombro correspondería con el lado de la banda de rodadura donde falta la costilla perteneciente al hombro (zona inferior en la Figura 24). 2) El cordón en dirección diagonal que sobresale de la porción de la tela interna, parcialmente adherido, correspondería con un cordón faltante de la banda de rodadura (Figura 24).

Figura 24. Superficie externa de la tela



Nota: En la parte inferior derecha se señala el sector donde quedó adherido caucho perteneciente al hombro del neumático. Con las flechas se señala el cordón metálico que quedó parcialmente adherido a la tela

Se encontró solo un alojamiento de un cordón diagonal faltante sobre la superficie interna de la parte de la banda de rodadura, en el sector opuesto a la zona de la pinchadura, que podría corresponderse con el cordón mencionado anteriormente (Figura 25). De ser así, la zona de la pinchadura quedaría excluida de esta porción de lona interna, por lo que no pudo ser evaluada.

Figura 25. Faltante de un cordón sobre la tela adherida a la banda de rodadura



Nota: El espacio señalado se corresponde en la misma dirección con el cordón que sobresale en la tela mencionada anteriormente

No se hallaron otros rastros de correspondencia entre las partes. La condición de contar con solo dos porciones del neumático no permitió determinar si la pinchadura logró atravesar todas las telas y llegar al casco.

#### *Características de las superficies de fractura en el caucho*

Se observaron todas las superficies de fractura y se realizaron las siguientes observaciones:

- La gran mayoría de la superficie de fractura ocurrió sobre la misma tela. Es decir, no se observaron saltos entre capas de lonas, excepto por desprendimientos puntuales y pequeños.
- No se observaron diferencias en la rugosidad, ni se hallaron zonas de transición de aspecto liso a rugoso que permitan inferir que haya existido una falla preexistente. Solo se diferencian áreas donde la fractura del caucho copia el dibujo de los cordones metálicos, las cuales alternan con superficies más lisas, y otras donde se observan roces que podrían haberse provocado durante el suceso luego del colapso del neumático. Las superficies que se han podido evaluar tenían características rugosas, las cuales se asocian a fracturas repentinas, tal como muestra la fotografía tomada con lupa en la Figura 26.



Figura 26. Fractura del caucho en la lona adherida a la banda de rodadura



Nota: Las fracturas muestran un escalonamiento que acompaña la dirección de los cordones de acero

- Se examinaron con lupa las áreas de los bordes de las telas y la región cercana a la pinchadura, las cuales son zonas críticas, pero no se hallaron signos que se asocien mecanismos de falla por fatiga.
- En los extremos de los alambres no se encontraron marcas de desgarro tipo anillo (las cuales se asociarían a falla del material por fatiga). En la Figura 27 se observan las características rugosas de la superficie, propias de una falla repentina.



Figura 27. Superficie de fractura del caucho en el extremo de una tela.



Nota: Se observan los extremos de los alambres que sobresalen del caucho sobre una superficie de fractura con aspecto rugoso

Si bien no se pudieron evaluar todas las partes del neumático, no se encontraron signos que asocien el colapso del neumático a mecanismos de falla por fatiga. Por el contrario, en las áreas evaluadas se encontraron evidencias de mecanismos de falla repentinos.

#### *Estado de los alambres*

Se realizó una inspección específica con lupa de los extremos de los alambres metálicos en zonas particulares, tales como ambos lados de las telas (cerca de los hombros del neumático) y el lugar donde la pinchadura logró cortar los cordones metálicos. Sobre los extremos de las telas se encontraron algunos alambres corroídos y el resto con terminaciones en punta. Los alambres que presentan óxido no fueron evaluados, ya que la misma cara de fractura se encontraba dañada. Es probable que la exposición de los alambres al ambiente luego del suceso haya provocado este deterioro. No fueron hallados alambres con otro mecanismo de falla.

De los alambres que terminan en punta, algunos presentaban un biselado desde dos lados, que se corresponde con el corte de estos durante el proceso de fabricación,



mientras que otros presentaban un biselado desde un solo lado, con un ángulo cercano a los 45° y sin estricción. Este tipo de fractura ocurre debido a tensiones de corte generadas por una sollicitación de tracción, es decir, que representan una evidencia de una falla repentina.

Los extremos de los alambres en el hueco que dejó la pinchadura se encontraron corroídos, tal como muestra la Figura 28 de la fotografía tomada con una lupa.

Figura 28. Extremos de alambres en el hueco de la pinchadura



Nota: Los tonos de color naranja-rojizo indican el avance de la corrosión de los alambres de acero

No se encontraron cordones desprendidos del caucho en los extremos de las telas. Esto evidencia una adecuada adherencia entre los alambres y el caucho, tal como muestra la Figura 29.

Figura 29. Exposición de cordones metálicos en el extremo de una tela



Nota: Se destacan los restos de caucho adheridos hasta los extremos de los cordones metálicos



En términos generales, y con la salvedad de que no fue posible estudiar todo el neumático, la inspección sobre el estado de los alambres indica que el colapso del neumático fue repentino y no hay signos asociados a una falla preexistente.

#### *Ubicación de las partes respecto del sentido de avance del vehículo*

De acuerdo con la morfología de la superficie, se identificó que el avance de la fractura de la banda de rodadura ocurrió con el hombro ubicado a la izquierda, es decir, que la hilera de caucho faltante estaba a la derecha al momento del suceso. Estas deducciones surgieron de la visualización de la superficie de fractura con luz rasante, donde el sentido de la iluminación es el mismo que el sentido de avance de la grieta y genera un contraste de luz y sombra mayor, tal como se muestra en la Figura 30. De esta manera, el borde de ataque se ubica en el extremo derecho, acorde con la posición que se muestra en la siguiente figura.

Figura 30. Superficie de fractura iluminada con luz rasante desde la derecha



Nota: En la parte inferior, se observa un gran contraste de luz y sombra sobre la fractura del caucho que conforma el hombro del neumático

El borde derecho es de mayor longitud, presenta mayor rugosidad y daño general que el borde izquierdo (de fuga). Esto constituye la evidencia que confirma que es el borde de ataque, en concordancia con el hallazgo de la rugosidad (Daws, 2003).

#### *Hallazgos*

- Al momento de esta inspección, no se poseía el neumático completo, por lo tanto, no se pudieron examinar todas las partes.



- El hombro de caucho existente en la porción de la banda de rodadura se ubicaba a la izquierda del neumático al momento del suceso.
- No se encontraron signos de fatiga, ni evidencias de fallas preexistentes.
- No se encontraron fallas propias de los alambres.
- No se hallaron indicios que evidencien algún proceso de reconstrucción.
- Se halló un orificio asociado a una pinchadura pasante en el primer tramo de la banda de rodadura, la cual tuvo la capacidad de cortar algunos cordones metálicos de las telas.
- Al momento de la inspección, no se contaba con la parte de las telas internas que correspondían a la zona de la pinchadura (potencial generador de la falla).
- No fue posible determinar que dicha pinchadura haya atravesado la totalidad de las telas y llegar al casco.
- Se encontraron múltiples evidencias de mecanismos de falla asociadas a un colapso repentino, es decir, una explosión.
- No se pudo determinar el origen de la explosión del neumático.

### *Conclusión*

Probablemente el colapso del neumático se asocie a un mecanismo de falla repentino, es decir, una explosión. Esta pudo haber sido producto de la pinchadura descrita o por factores intrínsecos relativos a la calidad del neumático.

### *Referencias bibliográficas*

J.W. Daws (2003). *Failure Analysis of Tire Tread Separations*.

IRAM 113337 (1997). Conjuntos neumáticos para vehículos automotores. Condiciones de uso.